

초경량 양팔로봇의 개발

최형식(한국해양대 기계공학과), 문웅주* (한국해양대 대학원 기계공학과)
김병국(한국해양대학교 대학원 기계공학과), 임근화(한국해양대학교 대학원 기계공학과)

Development of cooperating robot arms with ultra light weight

H. S. Choi(Mecha. Eng. Dept. KMU), W. J. Moon(Mechanical Eng. Dept., KMU)
B. G. Kim(Mecha. Eng. Dept. KMU), K. W. Lim(Mecha. Eng. Dept. KMU)

ABSTRACT

In this paper, a new revolute cooperating robot arms with 12 d.o.f was developed for autonomous moving robots. The robot arm was designed to have the load capacity of 10 Kg. For this, a new joint actuator based on the fourbar link mechanism was employed. As a control system for the robot arm, a distributed control system was developed composed of the main controller and five motor controller for the arm joints. The main controller and the motor controller were developed using the ARM microprocessor and the TMS320c2407 processor, respectively. To validate the performance of the robot system, an experiment to support 10 Kg payload was performed.

Key Words : ultra light weight(초경량), 4 bar link mechanism(4 절 링크구조), cooperating robot arm(양팔 로봇)

1. 서론

현재 전세계적으로 개발된 휴머노이드 로봇은 인간의 보행에 맞춰 걷는 동작이나 뛰는 동작에 가능할 정도이다. 그러나 대부분의 휴머노이드 로봇들이 보행 성능 면에서는 인간의 것과 유사할 정도로 개발 되었으나 로봇의 팔은 다리의 성능 한계로 고하중의 물체를 들거나 이송하기 어렵다. 이는 기존의 휴머노이드 로봇의 실용성을 매우 제한하는 요인이 된다. 따라서 이러한 휴머노이드나 모바일 로봇이 고중량물의 이송작업을 수행할 수 있도록 경량이나 고가반하중의 로봇 팔 개발이 필요하다.

본 논문에서는 새로운 구조의 초경량 고가반하중을 갖는 12 자유도로 개발된 로봇 팔에 대하여 설명하였다. 개발한 로봇의 팔은 자체중량 10Kg 이나 10Kg 가반하중을 갖도록 설계제작 되었다. 또한, 개발한 로봇 팔의 동작제어를 위한 제어시스템을 제작하고 성능평가를 위한 동작시험을 행하였다.

2. 초경량 로봇 팔의 기구학적 해석

전체적으로 Fig. 1 과 같은 구조로 되어 있는 개별로봇의 팔은 크게 6 개의 부분으로 구성되어 있다. 동작제어를 위해 그립퍼, 손목 회전 관절, 2 개의 팔꿈치 관절, 어깨 직선 관절 그리고 어깨 회전 관절로 구성되어 있다. 팔의 전체 길이는 75Cm, 손목과 팔목간의 거리는 24Cm, 팔목과 어깨 관절간의

거리는 46Cm 이다.

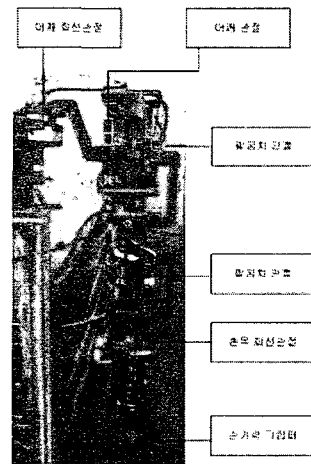


Fig. 1 Front view of robot arm

구체적으로, 그립퍼는 고하중의 물건을 잡고 지탱하기 위해 4 절 링크구조를 이용 하였는데, 이는 DC 모터와 감속기에 폴리 및 타이밍 벨트를 연결함으로써 모터의 회전을 직선운동으로 변환시킨 것이다. 이러한 구조는 손가락 관절에 사용된 최소 용량 18W 인 DC 모터가 최대 10Kg 의 중량을 들고 지지하는 것을 가능하게 하였다.

로봇이 가질 수 있는 회전 방향의 경직성을 해결하기 롤(roll) 운동을 통해 손목과 어깨의 움직임

을 자유롭게 한다. 이는 개발로봇의 상체가 중량물을 들어 올릴 시에 일정한 간격을 유지하게 도와주며, 어깨를 중심으로 $-120^{\circ} \sim 150^{\circ}$ 의 회전을 가능케 하여 작업 반경을 넓히는 역할을 한다.

개발 로봇 팔의 위치 제어를 위해서 DH 좌표법을 활용하여 기구학적 해석을 행하였다[1]. Fig.2와 같이 로봇의 모든 관절을 좌표계로 설정하였고 Table.1과 같이 각 로봇 팔의 파라미터도 구하였다.

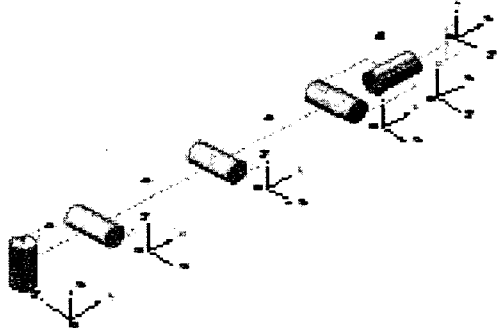


Fig. 2 The structure of robot arm and 6 joint

Link	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	a_1	90	0	θ_1
2	a_2	0	0	θ_2
3	a_3	0	0	θ_3
4	0	90	0	θ_4
5	0	0	d_5	θ_5

$a_1 = 141 \text{ mm}$, $a_2 = 240.35 \text{ mm}$, $a_3 = 231 \text{ mm}$, $d_5 = 235.06 \text{ mm}$

Table. 1 The parameter of robot arm

팔에 사용한 모터는 경량화를 위해 18W, 60W, 150W의 소형 DC 모터를 사용하였고 좀 더 큰 토크를 위해 4절 링크 구조를 적용하였다. 4절 링크 구조는 하나의 고정된 지지대에 다른 두 개의 지지대가 일정한 각도로 움직이는 방식으로, 볼 스크류의 직선운동과 큰 힘의 관절운동으로 변화시켜 주는 역할을 한다.

3. 로봇 팔의 제어시스템

본 연구에서는 로봇 관절 구동기의 제어를 위한 모터드라이버, 모터의 위치 및 속도 제어 시스템을 개발하였다. Fig. 3은 전체 제어 흐름도인데, 각 하위 DSP는 각각 2개의 각 관절 구동기에 걸린 모터를 제어하고 모터로부터 나오는 엔코더 값은 Can 통신 시스템을 통해 하위 DSP에서 상위 DSP로 전송된다[2]. 전송된 데이터는 최상위 컨트롤러인 Arm Board에 연결되어 있는데 이 Arm Board는 Host PC와의 무선통신을 통해 명령을 주고 받는다. 또한 개발로봇 팔에 사용된 모터드라이버는 높은 부하에 이길 수 있도록 자체적으로 개발하였다. 통신으로 사용된 Can 통신 시스템은 기존의 시리얼

통신과는 달리 송신과 수신사이의 영역이 구분하지 않고 하위 제어보드의 명령들을 병렬적으로 처리함으로써 빠른 데이터 전송이 가능을 한다[3].

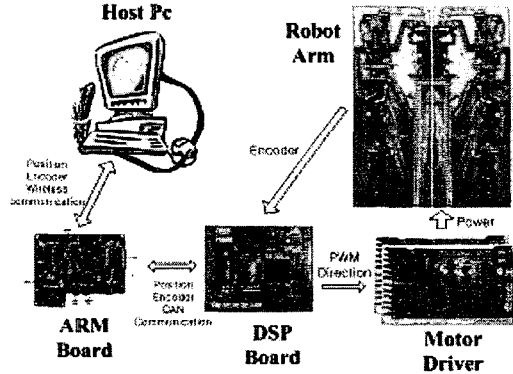


Fig 3 The total composition of control system

4. 실험 및 결과

개발 로봇 팔이 설계상으로 계산되었던 토크만큼 지지할 수 있는가에 대해 실험을 실시하였다. 로봇의 그립퍼 끝 부분에 10kg의 하중을 걸었고 이 하중을 개발로봇 팔이 견딜 수 있는지를 실험하여 Fig.4의 모습처럼 가능함을 증명했다. Fig.4는 실험 시 하중을 지탱하는 로봇의 팔 모습이다.



Fig. 4 Performance test of the robot arm

5. 결론

본 논문에서는 새로운 구조의 12 자유도 로봇 팔을 개발하였으며 로봇의 제어를 위해 기구부 해석을 하였다. 또한 로봇의 동작 제어를 위해 DSP 프로세서 기반의 모터 제어기와 ARM 프로세서 기반의 전체 제어시스템을 개발하였다. 10kg의 부하를 지지하는 가반하중 시험을 통해 제안한 로봇의 성능검증을 하였다.

참고문헌

1. M.W. Spong, M. Vidyasagar, John Wiley & Sons, "Robot Dynamics and Control," 1989.
2. TMS320LF2407A User Guide, Texas Instrument. Inc
3. TMS320C24 계열을 이용한 DSP 하드웨어 설계